

**INFORME SOBRE LA ATENUACIÓN MEDIDA EN LA JAULA DE FARADAY
ADQUIRIDA CON EL PROYECTO AEROBALIZA DE ITURRI E INSTALADA
EN LA UCA, PARKING PALA A AL LADO DE LA PUERTA DEL RIO SAN
PEDRO Y CON LA TOMA DE TIERRA UBICADA EN EL ARRIATE DE SU
PARTE POSTERIOR.**

1.- Antecedentes.

Con fecha 23 de abril de 2010, procedemos a desplazarnos los investigadores D^a Ana Isabel Vázquez Mejías y D. Carlos Mascareñas y Pérez-Iñigo a la Jaula de Faraday propiedad de la UCA para poder comparar su atenuación con los resultados obtenidos en la Jaula de Faraday propiedad de Navantia Puerto Real e instalada en el Almacén de Cabinas Modulares de la Factoría de Puerto Real.

Se mide en banda ancha utilizando exactamente el mismo instrumental que se utilizó en Navantia, el Analizador de Espectros FSH3 de Rohde & Schwarz y el Medido PMM 8053A con la sonda EP330S, de 100 kHz a 3 GHz.

Con fecha 27 de abril el Investigador Principal instala la Toma de Tierra de la Jaula, consistente en una tubería de cobre de un metro de longitud de 20 mm de diámetro, a modo de piqueta enterrada, la cual está unida a la jaula mediante un cable de cobre multifilar de 8 mm de sección y 50 cms de longitud, que se fija a la piqueta mediante dos bridas metálicas y a la Jaula mediante un tornillo de acero de 10 mm de grosor y 10 cms de longitud, dos arandelas y dos tuercas del mismo material.



Figura 1. Jaula de Faraday de la UCA.

2.- Instalación de la Toma de Tierra.

El material de la Tierra es arena de aluvión procedente del Río Guadalete que ha rellenado esta zona de la Bahía de Cádiz durante siglos, por lo que se procederá a solicitar la medición de su conductividad medición en breves fechas.



Figuras 2 y 3. Perforación de la Jaula de Faraday para instalación de la TT.

En las figuras 2 y 3 se puede apreciar el agujero de 10mm de diámetro realizado en la Jaula para poder pasar el tornillo de fijación (figura 4) al mismo tiempo que se utilizan dos arandelas como sellos EMC, una por el interior (figura 5) y otra por el exterior (figura 6).



Figuras 4 y 5. Tornillos, Arandelas y Tuercas de contacto con la Jaula.

En la figura 6 se pueden apreciar las dos arandelas que “aprietan” el cable de toma de tierra y la tuerca y contratuerca utilizada.



Figuras 6 y 7. Conexión de la Jaula al cable de TT y fijación de la piqueta de cobre.

En la figura 7 se muestra la piqueta de cobre de 1 metro de longitud clavada hasta una profundidad de 80 cms, así como indicios de los dos intentos anteriores en los que no se pudo conseguir dicha profundidad, aunque eran más idóneos al encontrarse a 20 cms del tornillo de salida, lo que hubiera reducido la longitud del cable de la roma de tierra y por lo tanto su impedancia.



Figuras 8 y 9. Conexión a la piqueta de cobre y señalización de la misma.

Las figuras 8 y 9 muestran la conexión del cable de TT a la pica mediante dos bridas metálicas y la señalización del cable mediante cinta bicolor, con el fin de evitar accidentes.

3.- Descripción de la Jaula de Faraday.

Como puede verse en la figura 10 el impacto visual de la nueva conexión es mínimo y se encuentra ubicado en el extremo dónde se ubican los equipos bajo prueba. En el otro extremo se encuentran ubicados los trípodes para las antenas de medida (figura 11) y sensores oprtrónicos, así como el laboratorio de ensayo (figura 12), en el cual se ubican los instrumentos de medida y los ordenadores de registro de datos.

Para asegurar el máximo blindaje a los campos electromagnéticos, dentro de las posibilidades económicas del Grupo de Investigación, se ha cubierto la única ventana de la Jaula (que da al Laboratorio) con una persiana veneciana de aluminio (figura 13) y una puerta de acceso y clausura de la Jaula rechapada en el mismo material (figura 14).



Figura 10. Aspecto del Interior de la Jaula.



Figuras 11 y 12. Trípodes para las antenas de ensayo y Laboratorio de instrumental.



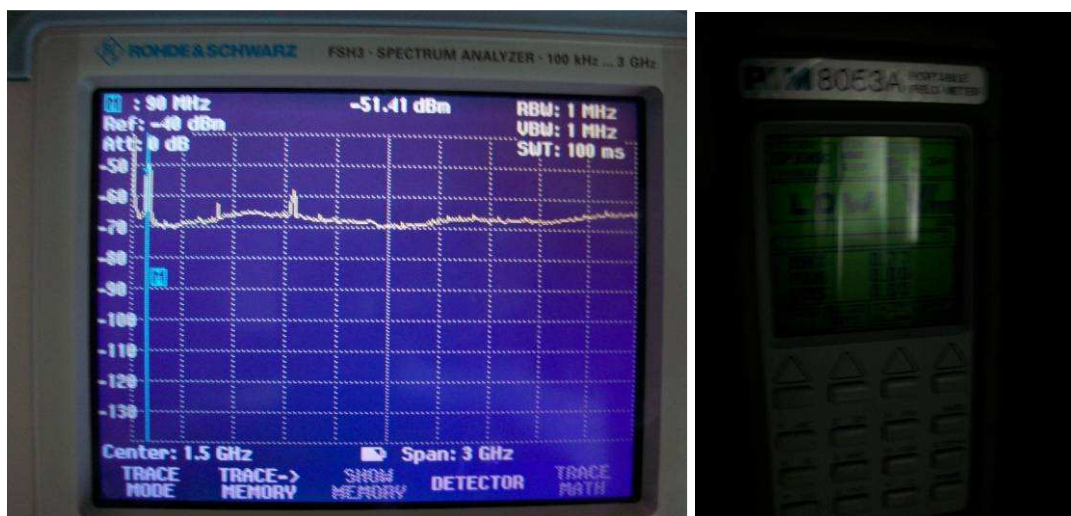
Figuras 13 y 14. Persiana de Aluminio y Puerta Interior de la Jaula.

4. Pruebas realizadas.

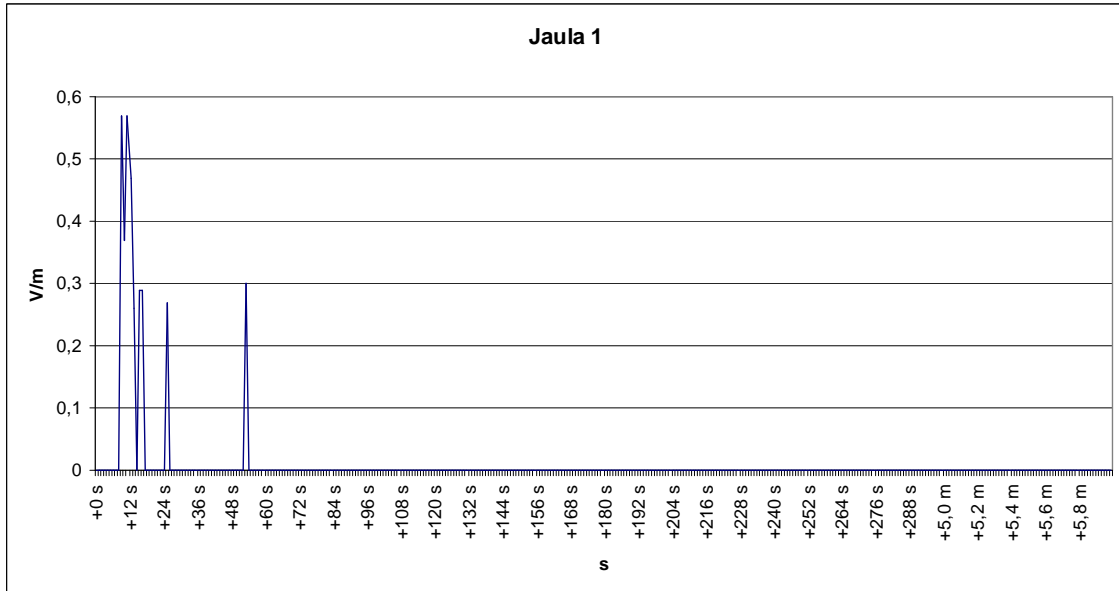
4.1 Medida en el interior de la Jaula de Faraday.

Partimos de la medida desde el interior de la Jaula de Faraday con ambas puertas cerradas.

El valor máximo medido es de 0,77 V/m el RMS 0,21 V/m y el mínimo 0,00 V/m.



Figuras 15 y 16. Primera medida en el Interior de la Jaula.



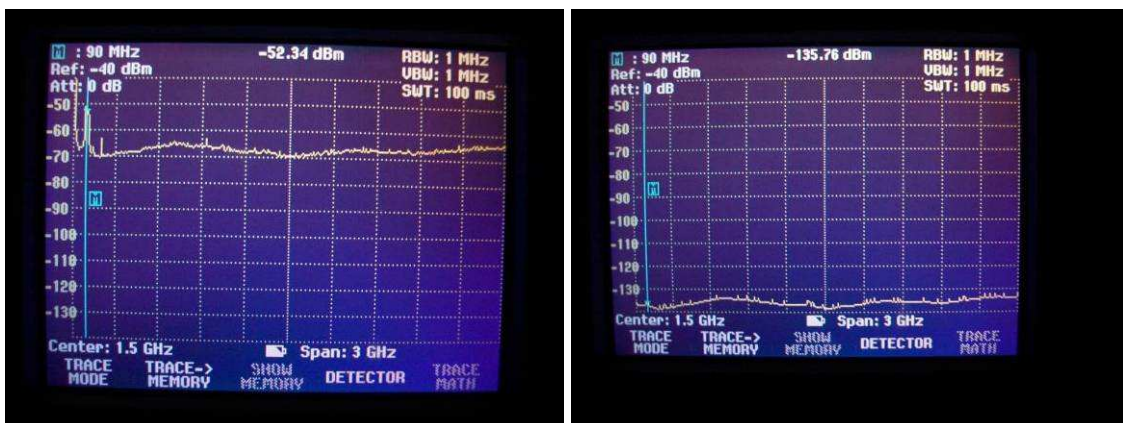
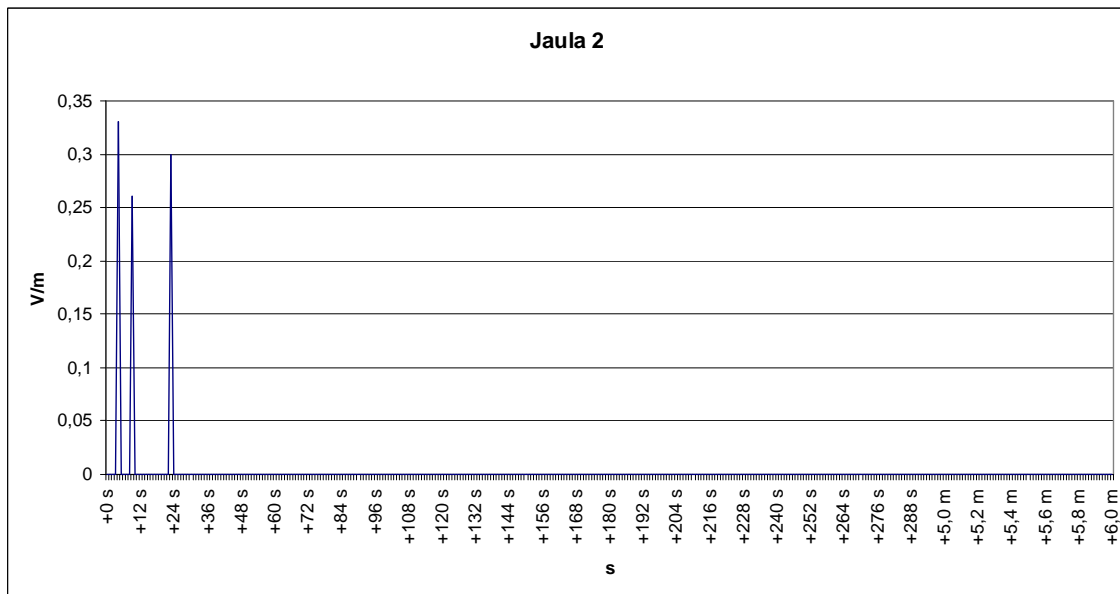
Grafica 1.- Primera medida dentro de la Jaula.



Figuras 17 y 18. Segunda medida en el Interior de la Jaula.

En la segunda medida dentro de la Jaula se obtienen 0.37 V/m de máximo, 0,18 V/m RMS y 0.00 V/m de valor mínimo.

En ambas medidas se aprecia la telefonía móvil y la radiodifusión en VHF/FM.

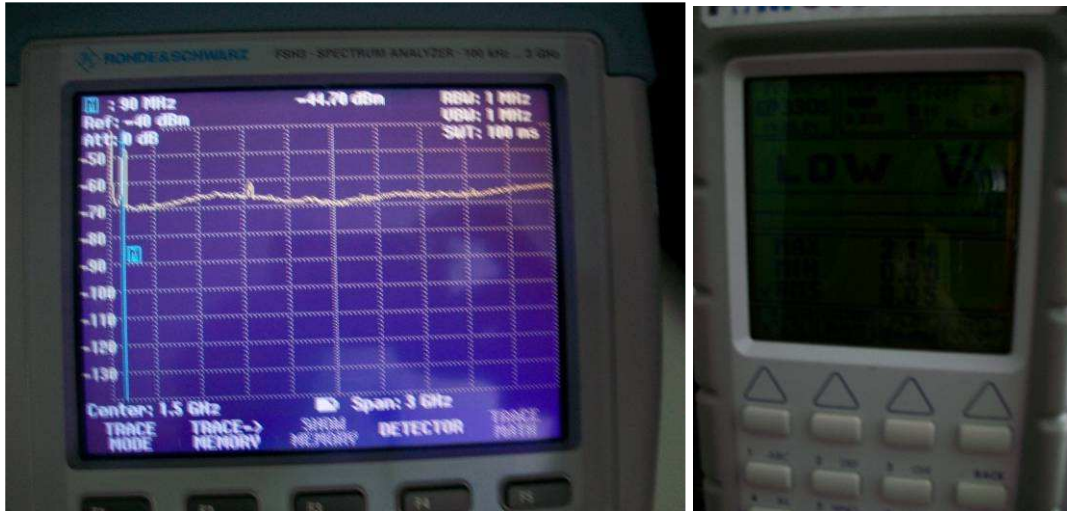


Procedemos a medir los máximos y los mínimos dentro de la Jaula, dándonos una diferencia promediada de unos 80 dB constantes en los 3GHz de anchura del Analizador de espectros.

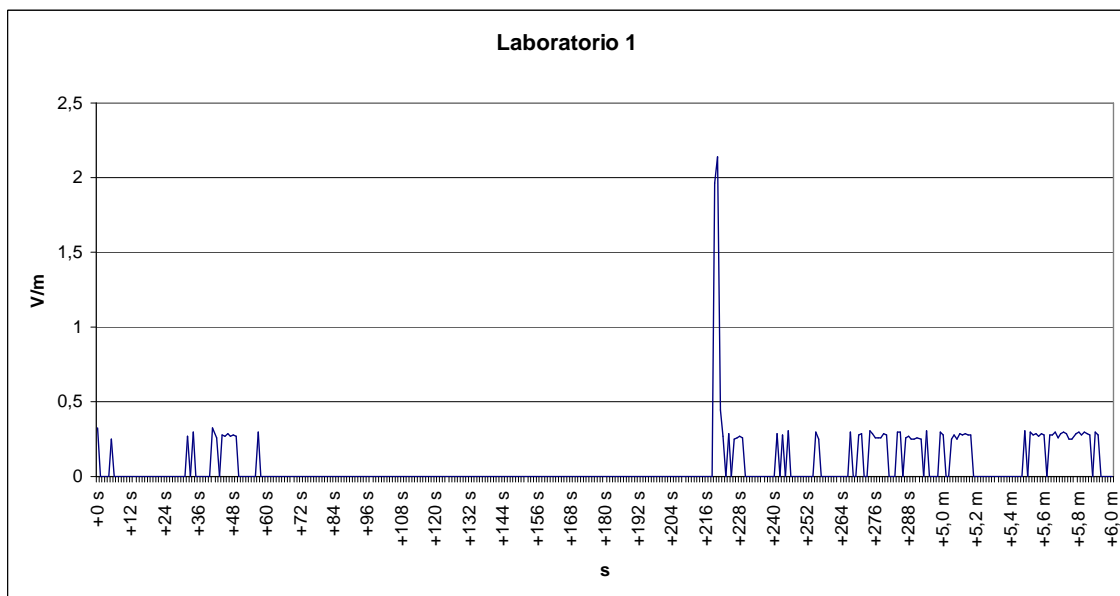
4.2 Medida en el Laboratorio.

Procedemos a ubicar los instrumentos en el mismo sitio que cuando realizamos las pruebas sin toma de tierra y las realizamos dos veces durante 6 minutos cada una.

En el primer ensayo obtenemos un máximo de 2,14 V/m, 0,18 V/m RMS y 0.00 V/m de mínima, y en el segundo ensayo 0,35 V/m de máximo, 0,11 V/m RMS y 0.00 V/m de mínima.



Figuras 21 y 22. Medidas realizadas en el Laboratorio.



Gráfica 3. Primera Medida en el Laboratorio.

Quitando el pico de 2,14 V/m de la Gráfica 3, el resto de valores coinciden con los de la gráfica 4, es decir, valores cercanos a 0,3 V/m que se mantienen de forma intermitente y que corresponden al movimiento de la máquina o grúa autopropulsada que utiliza el personal de limpieza de cristales del CASEM y que se encuentra limpiando los cristales del extremo de la Pala A del edificio, a unos 50 metros de distancia.

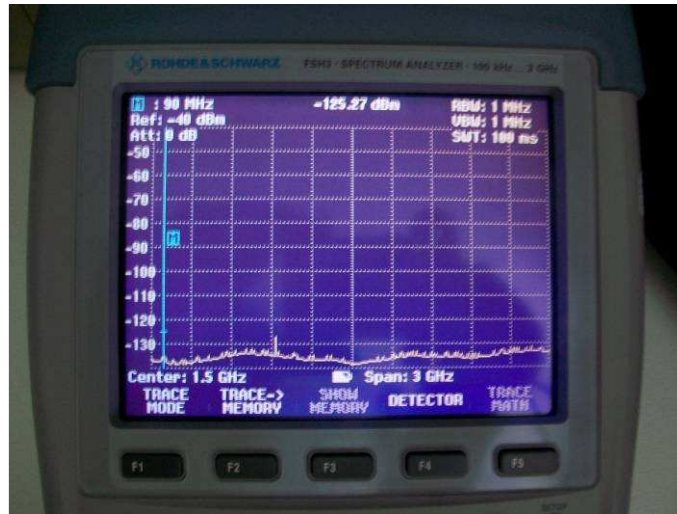
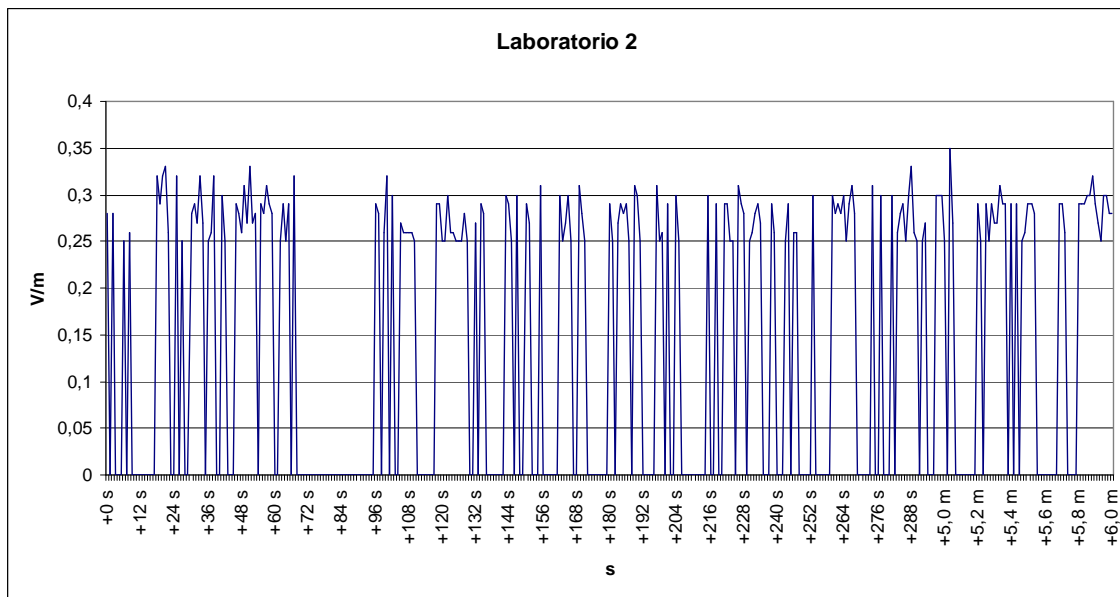


Figura 23. Medida de Mínimos realizada en el interior del Laboratorio.



Grafica 4. Segunda Medida en el Laboratorio.

4.3 Medidas en el exterior de la Jaula.

Se ubica el instrumental exactamente igual que el día anterior. Obviamente no le debe afectar el que la Jaula esté a tierra o no, pero se toma la medida para poder comparar con las medidas en el interior.

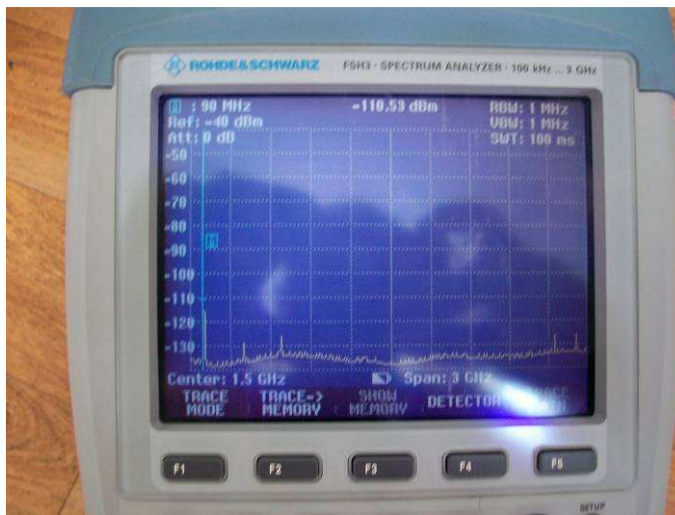


Figura 24. Disposición del Instrumental en el exterior de la Jaula.

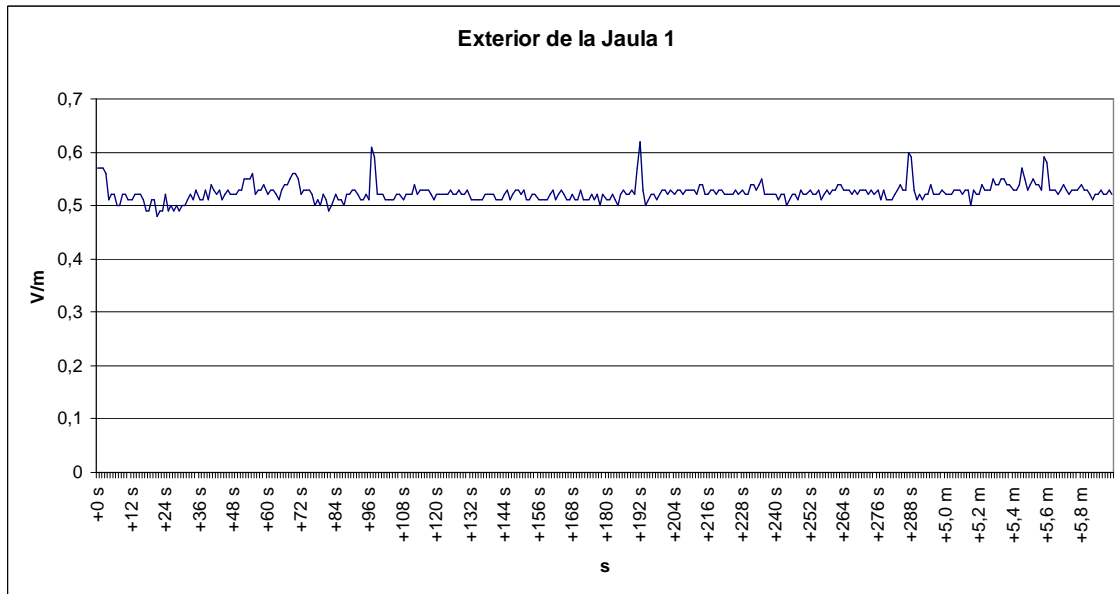
En las dos pruebas realizadas se obtiene:

Primera Medida, Valor Máximo 0,62 V/m, RMS 0,52 y Valor Mínimo 0,43

Segunda Medida, Valor Máximo 0,69 V/m, RMS 0,51 y Valor Mínimo =,46

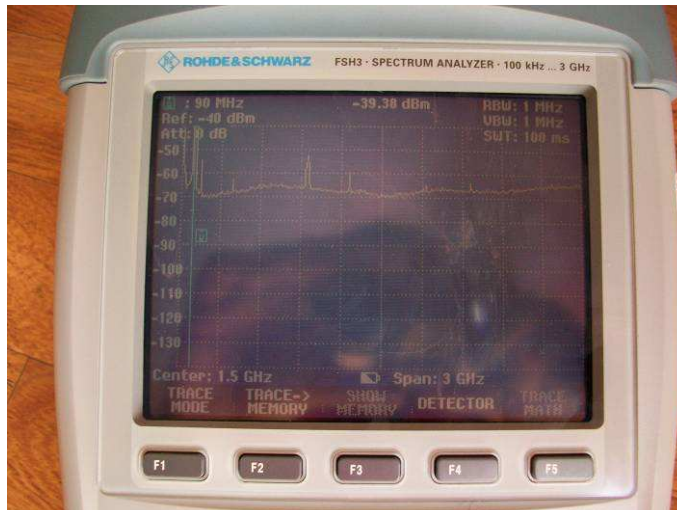


Figuras 25 y 26. Mínimos recibidos en el exterior de la Jaula y primera medición.

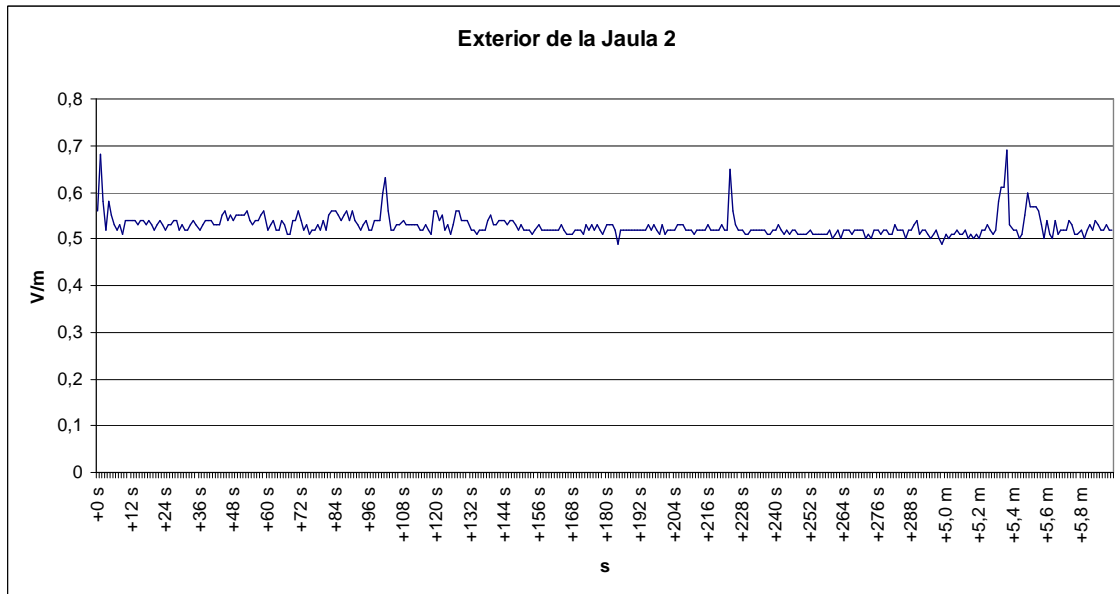


Gráfica 5. Primera medida en el Exterior. Ruido ambiente.

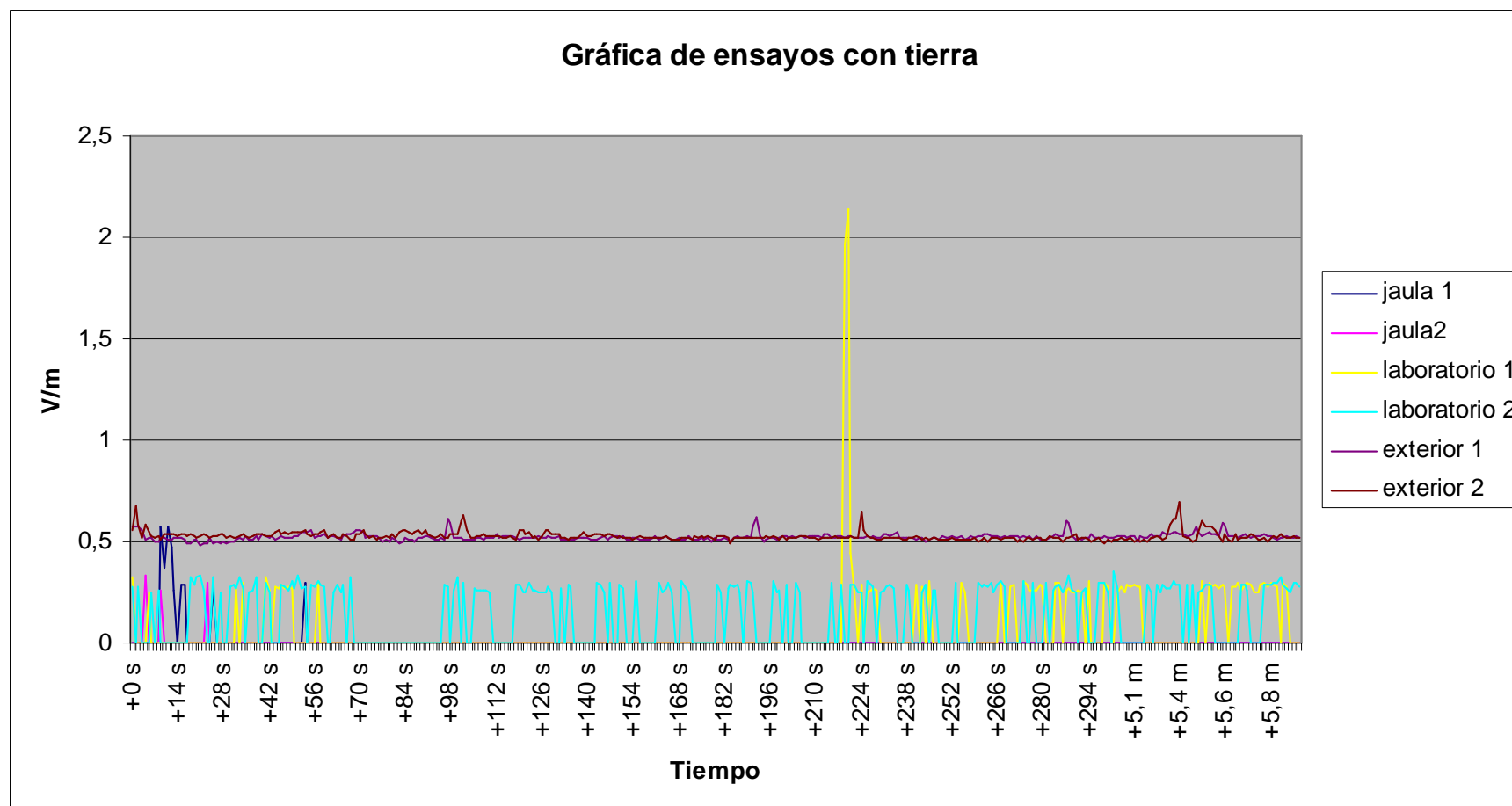
En la gráfica 5 se puede apreciar que el ruido de la grúa autopropulsada se ve enmascarada por el ruido ambiente, si bien parece que hay una serie de picos cada 96 s. Esta secuencia o patrón se reproduce en la gráfica 6.



Figuras 27 y 28. Máximos medidos en el exterior de la Jaula y segunda medición.



Gráfica 6. Segunda medida en el Exterior. Ruido ambiente.



4.4 Medida del ruido eléctrico producido por el generador del Grupo de Investigación.

Dado que la Jaula de Faraday no dispone de alimentación de 220 Vca/50 Hz, también se adquirió un generador eléctrico de 800 VA portátil y de gasolina, con una capacidad de 4 litros de mezcla y 4 horas de autonomía.



Figura 29. Disposición del Instrumental para el ensayo con el generador.

Con el fin de saber el ruido eléctrico radiado por el mismo se procedió a situar el instrumental en sus proximidades, según la figura 29.



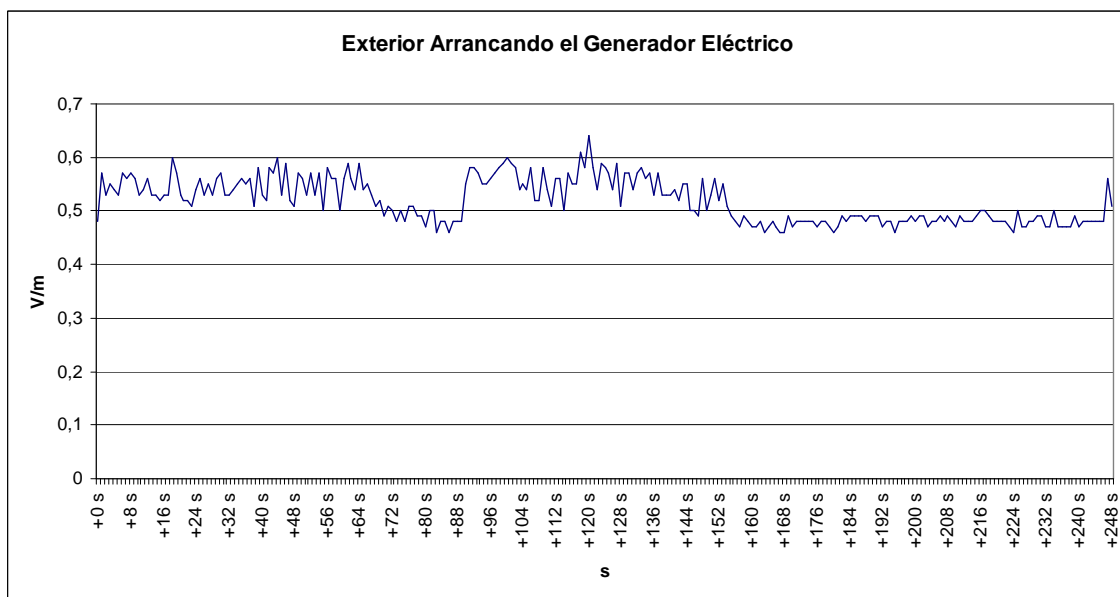
Figuras 30 y 31. Medida de Máximos en el momento de arrancar el generador y en estado de trabajo normal del generador.

En las figuras 30 y 31 se pueden ver las imágenes obtenidas en el Analizador de Espectros tanto al arrancar el generador como al trabajar de forma estacionaria.

En la figura 30 vemos que al arrancar se obtienen interferencias desde 100 kHz hasta 3 GHz, con valores medios de pico de -40 dB.

En la figura 31, una vez tomada como línea de referencia los 0dBm se puede constreñir la interferencia a la banda comprendida entre 50 MHz y 600 MHz, si bien es necesario un análisis más detallado por bandas de frecuencias más estrechas.

En la gráfica 7 se pueden comparar dos situaciones temporales de arranque y funcionamiento del Generador entre los segundos s0 y s70 y s90 y s155, con una pausa entre s70 y s90 y después de s155. El ruido eléctrico radiado añadido es de 0,1 V/m en las proximidades del generador sobre el ruido ambiente.



Gráfica 7. Análisis temporal en Banda Ancha del ruido emitido por el generador.

Se puede apreciar que el ruido se produce no sólo durante el tiempo que el motor está funcionando, sino también tiene un tiempo de bajada de unos segundos hasta que se para y deja de dar vueltas.

4.5 Medidas en el Interior de la Jaula de Faraday con el Generador Funcionando.

Para medir el efecto del generador arrancado y funcionando en condiciones normales sobre las medidas en el interior de la Jaula de Faraday situamos un dipolo pelescóptico en el centro de la Jaula de Faraday, según se aprecia en la figura 32, y a su lado el medidor de campo eléctrico de banda ancha.

Para poder comparar con las condiciones ideales se fotografió la pantalla del analizador de espectros FSH3 que se había dejado en la posición de fijar los máximos durante un minuto (figura 33).

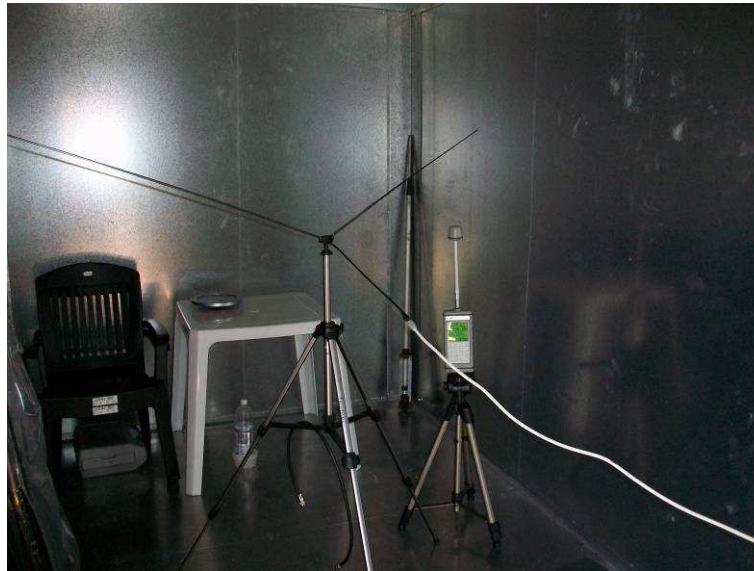
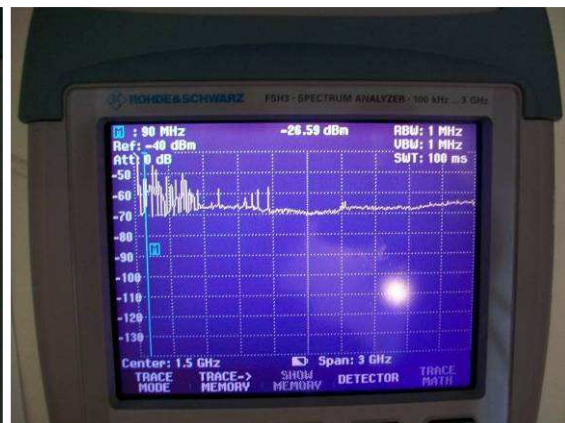
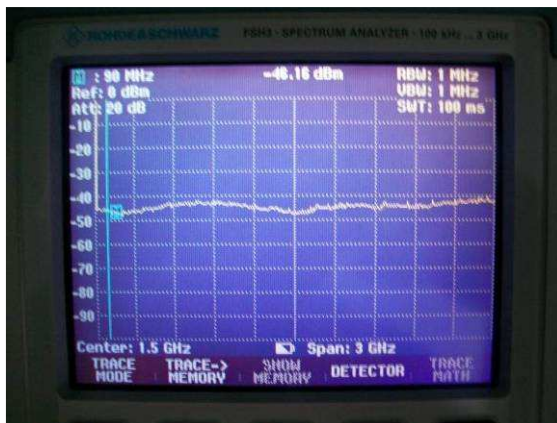


Figura 32. Disposición de la antena de prueba dentro de la Jaula



Figuras 33 y 34. Máximos con el generador parado y con el generador funcionando.

La figura 34 muestra picos de 25 dB de amplitud alrededor de los 100 MHz y las bandas de VHF completamente interferidas.

En la figura 35 se puede apreciar que los niveles mínimos presentan multitud de valores entre las líneas de -120 y -140 dBm, no quedando tan claros como en la figura 20, parece ser que con valores muy pequeños interfiere los 3 GHz completos.

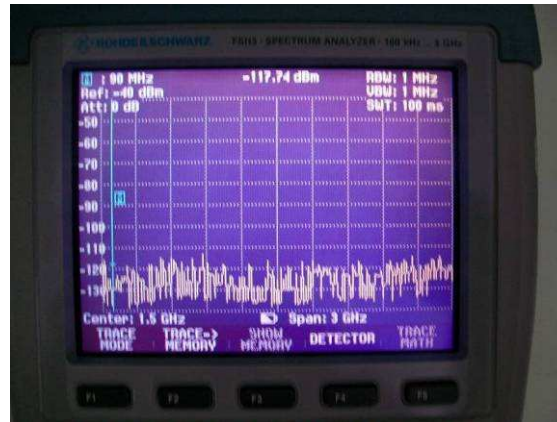
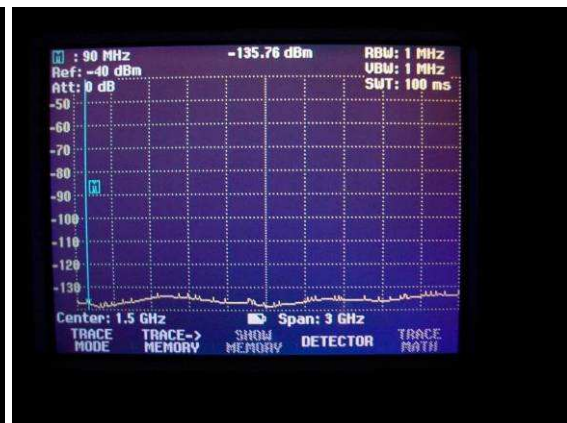
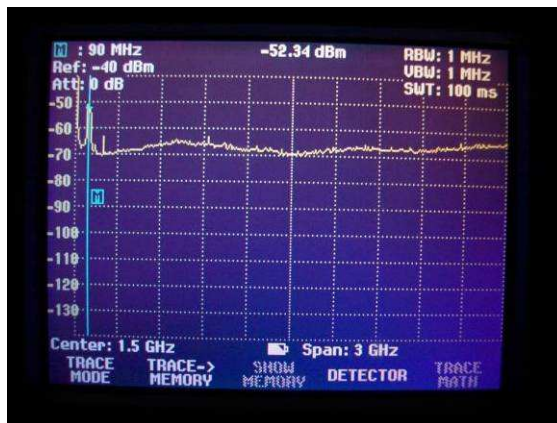


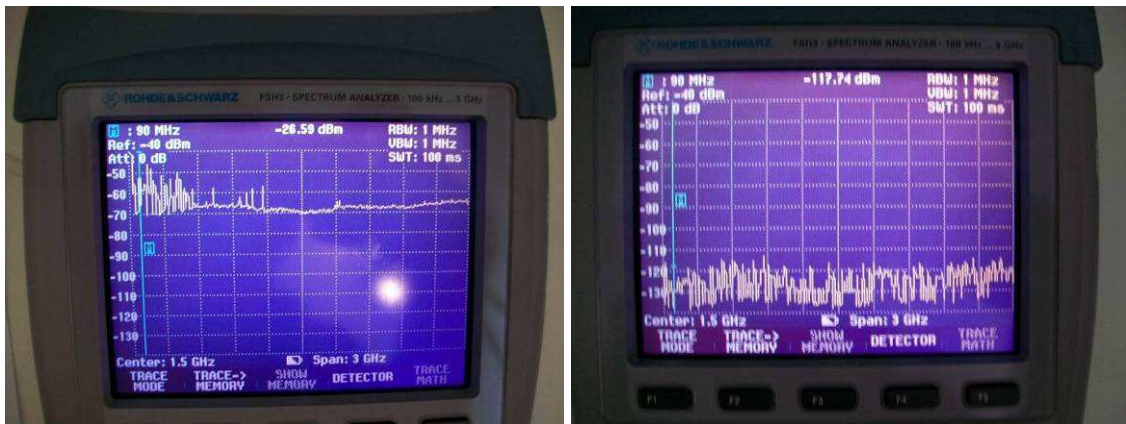
Figura 35. Mínimos con el generador funcionando.

5. Conclusiones a las pruebas con el generador.

De la inspección visual de las pantallas se puede apreciar que el nivel de ruido introducido por el generador es bastante apreciable y que debería, no sólo filtrarse en su línea de alimentación, sino alejarse lo máximo posible de la Jaula a la hora de realizar los experimentos.



Figuras 19 y 20. Evaluación de los Máximos y Mínimos recibidos dentro de la Jaula.



Figuras 34 y 35. Máximos y Mínimos dentro de la Jaula con el generador funcionando

6.- Conclusiones sobre los resultados de la instalación de la toma de tierra.

Como se puede apreciar en el gráfico 8 el ruido exterior en ambas pruebas es similar, sobre todo si no está operando la grúa autopropulsada de la empresa de limpieza de los cristales del CASEM.

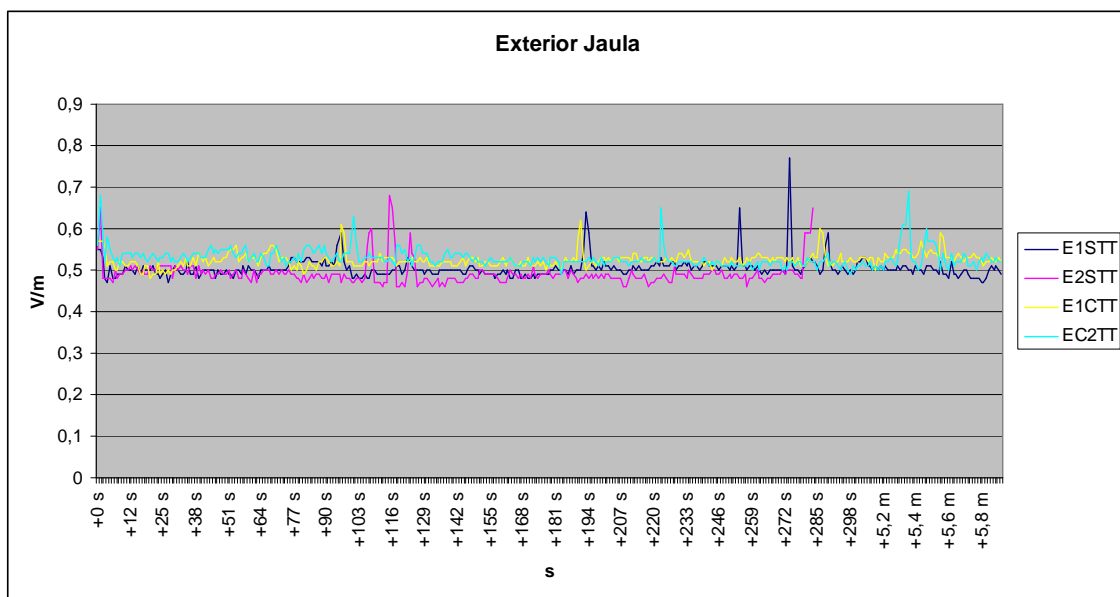
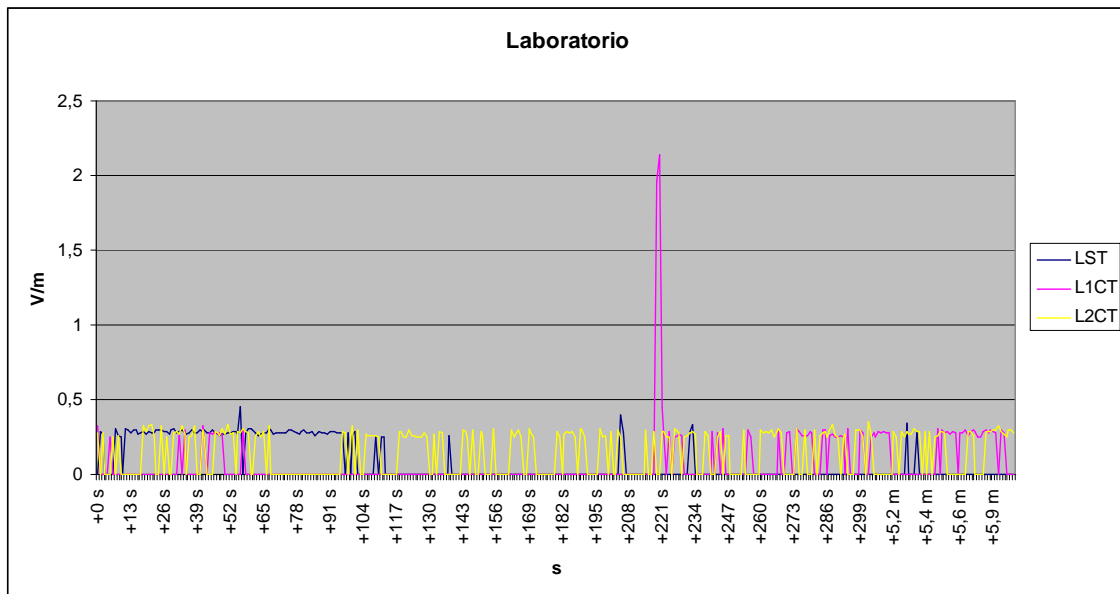
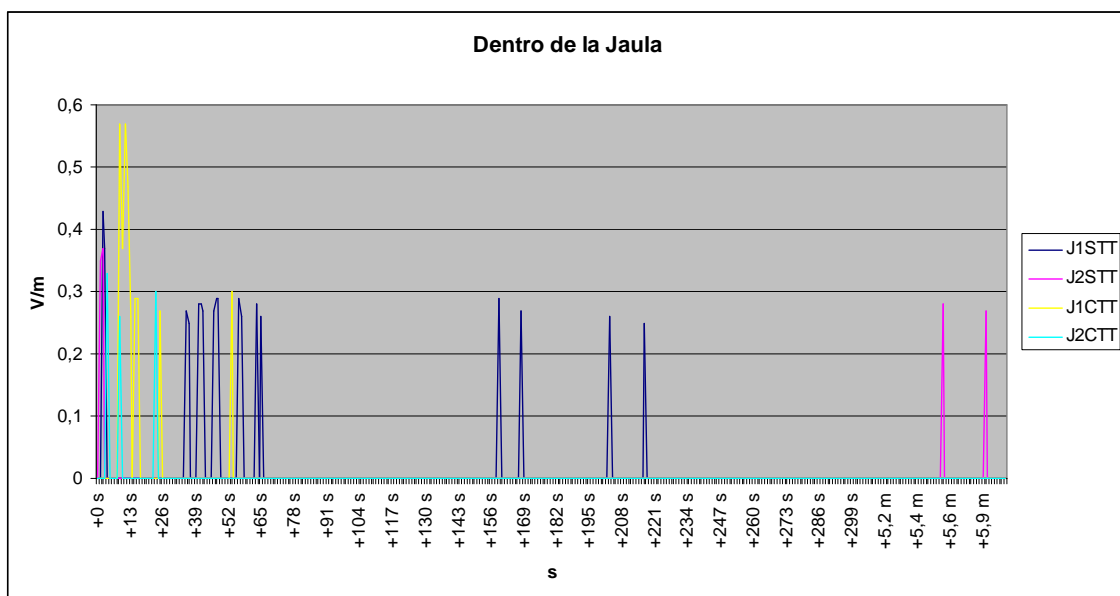


Gráfico 8. Condiciones de ruido eléctrico en el exterior de ambas pruebas.



Gráfica 9. Ruido en el interior del Laboratorio.

Las condiciones de ruido eléctrico se reproducen en ambas pruebas en el interior del Laboratorio, si no a nivel temporal, sí a nivel de amplitud. Se registra un pico muy alto pero no es significativo temporalmente, pudiendo tratarse de uno de los teléfonos móviles de los investigadores.



Gráfica 10. Ruido en el interior de la Jaula.

Al igual que en los casos anteriores, se mantienen las mismas condiciones de blindaje, lo que nos hace suponer que la tierra de la Jaula de Faraday, que como dijimos al principio es de aluvión procedente del Río Guadalete, es bastante mala en cuanto a su conductividad.